
CONTENT OF RUTIN CREATION IN ANATOMICAL PARTS IN CHOSEN VARIETES OF AMARANTH (*AMARANTHUS L.*) DURING GROWING

Margitanová E.¹, Vollmannová A.¹, Čičová I.², Krížová L.¹, Bystrická J.¹

¹Department of Chemistry, Faculty of Biotechnology and Food Science, Slovak University of Agriculture, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia

²Research Institute of Plant Production, Bratislavská 122, 921 68 Piešťany, Slovakia

E-mail: e.margitanova@gmail.com, cicova@vurv.sk

ABSTRACT

Amaranth, which belongs to the *Amaranthaceae* family, is an ancestral American crop that was used by Mayas, Aztecs and Indas and then prohibited after the conquest. It is considered as a pseudocereal and has a high nutritive value, with nutritive value, with high protein content and an excellent aminoacidic balance. The aim of our work was study of flavonoid – rutin in 4 chosen varieties (Burgundy, Olpir, Plainsman, Elephant head) of amaranth (*Amaranthus L.*). Samples of plant material we obtained from The Plant Production Research Center in Piešťany. The content of rutin was evaluated in growth phase I. (intensive extension of stems), in phase II. (formation of flowers), in phase III. (milk ripeness) and in phase IV. (full ripeness) by the method HPLC (Chromatograph Alliance 269, Waters, USA). The contents of rutin in stems of all tested varieties of amaranth were in range from 0 (Elephant head) to 3.125 mg.kg⁻¹ (Burgundy), in leaves the contents were from 13.145 (Olpir) to 34.4225 mg.kg⁻¹ (Burgundy). The highest values were obtained by seed of amaranth while it represented the range from 261.4625 (Olpir) to 502.87 mg.kg⁻¹ Burgundy. The most suitable variety from the tested ones was Burgundy from the standpoint of crops using as functional foodstuffs.

Key words: amaranth, rutin, varieties, anatomical parts, grow

Acknowledgments: This research was supported by Research Project VEGA 1/0030/09, APVV SK-SI-0008-08.

ÚVOD

V poslednom období sa odporúča konzumácia atypickej zeleniny (výhonkov z pseudocereálií akými sú napr. láskavec mrlík a iné), ktoré sa využívajú ako funkčná potravina, pre vysokú nutričnú hodnotu, zahŕňujúcu aminokyseliny, vlákninu, mikroelementy, vitamíny ako aj flavonoidy a fenolové kyseliny (Paško et al., 2008). Aj ich zrná majú vysokú nutričnú a funkčnú hodnotu spájajúcu sa s kvantitou a kvalitou ich proteínov, tukov a antioxidačnou kapacitou (Paško, Sajewicz, Gorinstein, & Zachwieja, 2008). Ich je spojená s nižším rizikom rôznych ochorení ako je ateroskleróza, rakovina, cukrovka a Alzheimerova choroba (Rimm et al., 1996; Steinmetz & Potter, 1996). Postupom času sa rozšírilo využívanie niektorých pseudocereálií, ako je láskavec alebo mrlík nielen v rámci bežnej stravy, ale aj v strave ľudí s celiakiou alebo alergiou na typické obilniny (Berti, Riso, Brusamolino, & Porrini, 2005). Vysoká nutričná hodnota zŕn laskavca je dôvodom pre zvyšujúci sa záujem jeho využitia ako alternatívnej plodiny (Pospíšil et al., 2006), pretože má vysoký obsah bielkovín (14-18 %) (Aufhammer et al., 1999). Obsah lyzínu je 3 - 3,5 násobne vyšší v porovnaní s kukuricou a 2 - 2,5 násobne vyšší v porovnaní s pšenicou (Svirskis, 2003). Listy laskavca sú bohatým zdrojom bielkovín, karotenoidov, vitamínu C, vlákniny a minerálnych látok ako je vápnik, železo, zinok, horčík a fosfor (Shukla et al., 2006). Zrno laskavca obsahuje 6- 9 % oleja, približne 77 % nenasýtených mastných kyselín, hlavne kyselinu linolovú, ktorá je nevyhnutná pre ľudskú výživu. Laskavec je dobrým zdrojom flavonoidov, ktoré sa tvoria vo fáze kvitnutia (Martirosyan et al., 2003). Zrno laskavca obsahuje 7 % tukov a približne 8 % pripadá na skvalén, často využívaný vo farmaceutickom priemysle. Laskavcový olej a skvalén nachádza svoje uplatnenie prevažne pri liečení onkologických ochorení, pri poruche imunity, na odstránenie vredov a preležanín (Bogolyubov, 1999). V porovnaní s ostatnými cereáliami je celkový obsah minerálov (popola) v semenách laskavca vyšší. Semená laskavca obsahujú i celý rad vitamínov, ktoré sú koncentrované najmä v klíčku. Nutrične významný je obsah vitamínu B₂ a niacínu, antioxidačného vitamínu E, menej vitamínu B₁ a vitamínu C (Habanová, Habán, 2003).

Laskavec sa využíva pri výrobe potravinárskych výrobkov (Pospíšil et al., 2006) (krupica, kaše, mäsli, múka ako súčasť chleba) a pôsobí proti procesu starnutia ľudského organizmu (Dziwulska-Hunek et al., 2009).

Cieľom práce bolo sledovanie dynamiky tvorby rutínu v jednotlivých anatomických častiach vybraných odrôd laskavca počas vegetácie.

MATERIÁL A METÓDY

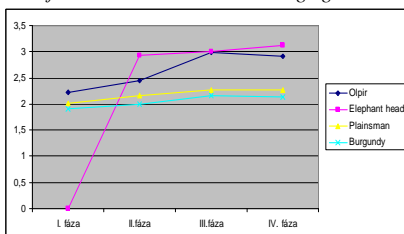
Pre realizáciu pokusu sme vybrali 4 odrody láskavca (*Amaranthus L.*), a to Burgundy, Olpir, Plainsman a Elephant head. Rastlinný materiál sme odobrali v štyroch štádiách rastu rastliny láskavca, a to v čase intenzívneho predlžovania stoniek, počas formovania kvetných útvarov, v mliečnej zrelosti a v plnej zrelosti (stonky, listy, kvety, semená). Obsah rutínu bol stanovený HPLC metódou s použitím chromatografického systému Waters Alliance 2695 (USA), ktorý je vybavený kvartérnou pumpou, DAD detektorom 2487, automatickým dávkovačom vzoriek a programom Empower. Na separáciu látky bola použitá kolóna LiChrospher 100, RP-18 (250 mm x 4 mm, Merck), s prietokom mobilnej fázy cez kolónu 1 ml/minútu a nástrekom 10 μ l. Mobilnými fázami boli: A acetonitril, B: 0,1 % kyselina fosforečná (80:20 v/v). U študovanej látky boli retenčné časy porovnané s retenčným časom štandardu pri vlnovej dĺžke 365 nm a teplote termostatu kolóny 30°

C. Všetky analýzy boli uskutočnené v 4 paralelných meraniach. Obsah rutínu bol vypočítaný na základe kalibračnej krivky štandardu a vyjadrený v $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ čerstvej hmoty.

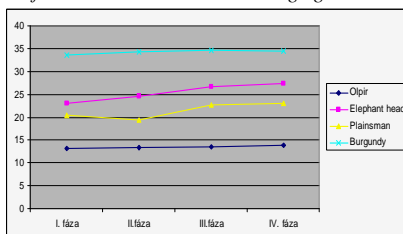
VÝSLEDKY A DISKUSIA

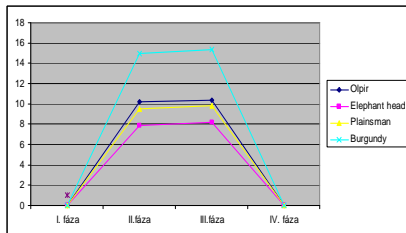
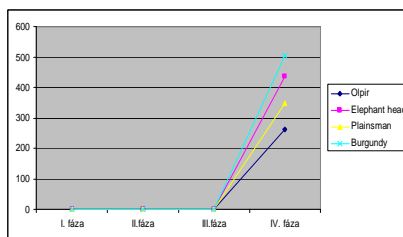
V práci sme v jednotlivých anatomických častiach láskavca (stonky, listy, kvety, semená) sledovali dynamiku tvorby rutínu počas vegetácie (4 odbery). V prvej fáze odberu, v čase intenzívneho predlžovania stoniek, sme mali k dispozícii iba stonky a listy. Zo získaných výsledkov vyplýva, že stonky mali podstatne nižší obsah rutínu v porovnaní s listami. Najvyšší obsah rutínu v stonkách sledovaných odrôd láskavca mala odroda Olpir ($2,22 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) a v listoch (I. fáza) sme zistili najvyšší obsah rutínu v odrode Burgundy ($33,5525 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). V druhom odbere sme mali k dispozícii okrem listov a stoniek už aj kvety. Najnižšie obsahy rutínu v II. fáze (formovanie kvetných útvarov) mali stonky pri všetkých odrodách, najvyššie obsahy sme namerali v listoch. Kvety láskavca obsahovali polovicné množstvo rutínu v porovnaní s listami. Najvyššia koncentrácia rutínu v kvetoch všetkých sledovaných odrôd láskavca bola zistená v odrode Burgundy ($14,99 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). V priemere v listoch láskavca sme zaznamenali 2,15 krát väčší obsah rutínu ako v kvetoch láskavca a 9,61 krát väčší obsah rutínu ako v stonkách láskavca. Vo fáze mliečnej zrelosti (3.fáza) sme hodnotili množstvo rutínu podobne ako v predchádzajúcej fáze a to v stonkách, listoch a kvetoch. Zo získaných výsledkov o obsahu rutínu v jednotlivých anatomických častiach láskavca môžeme zostaviť nasledujúce poradie: stonky < kvety < listy.

Graf 1 Obsah rutínu v stonke v $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$



Graf 2 Obsah rutínu v listoch v $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$



Graf 3 Obsah rutínu v kvetoch v mg. kg⁻¹Graf 4 Obsah rutínu v semenách v mg.kg⁻¹

V tejto rastovej fáze sa množstvo rutínu v stonkách pohybovalo od 2,1625 - do 3,00 mg.kg⁻¹, v kvetoch od 8,2075 – do 15,38 mg.kg⁻¹ a najvyššie hodnoty sme zistili v listoch (13,5275 - 34,62 mg.kg⁻¹). V IV. rastovej rastovej fáze (plná zrelosť) sme mali k dispozícii stonky, listy a semená. Pri hodnotení tejto fázy na základe obsahu rutínu možno zoradiť jednotlivé anatomické časti láskavca nasledovne: stonky (2,135 – 3,125 mg.kg⁻¹) < listy (13,87 – 34,4225 mg.kg⁻¹) < semená (261,46 – 502,87 mg.kg⁻¹). Vo fáze plnej zrelosti najvyšší obsah rutínu v semenách i v listoch láskavca sme zistili v odrode Burgundy. Naše výsledky obsahu rutínu v semenách korešpondujú s výsledkami autorov Kalinová a Dadáková (2009), ktorí namerali obsah rutínu od 127 – 592 mg.kg⁻¹. Rozdielne hodnoty v obsahu rutínu v semenách láskavca môžu byť zapríčinené aj odrodou, ako aj ďalšími faktormi.

Postupný nárast rutínu počas vegetácie rastliny láskavca nie je jednoznačný podobne ako to udáva aj Kalinová a Dadáková (2009). Vo všetkých sledovaných odrodách sme zaznamenali podobne ako Kalinová a Dadáková (2009) na začiatku vegetačného obdobia nižší obsah rutínu v stonkách ako na konci vegetácie. Naše výsledky nekorešpondujú s výsledkami Martinkovej et al. (2009), ktorí udávajú najväčšie množstvo rutínu v období predlžovania stonky, teda v I. rastovej fáze. V sledovaných odrodách láskavca sme postupne zvyšovanie obsahu rutínu v listoch zistili v odrodách Olpir a Elephant head. V odrode Plainsman sme zaznamenali mierne zníženie obsahu rutínu v II. fáze oproti obsahu rutínu v I. fáze z hodnoty 20,47 na 19,38 mg.kg⁻¹. V odrode Burgundy zaznamenali sme mierny pokles obsahu rutínu v IV. fáze oproti obsahu rutínu v III. fáze o 0,2 mg.kg⁻¹. Maximálny nárast obsahu rutínu v kvetoch všetkých sledovaných odrôd láskavca sme zistili v III. fáze (mliečna zrelosť), pričom najvyššie množstvo rutínu v kvetoch mala odroda Burgundy (15,38 mg.kg⁻¹).

ZÁVER

Pseudocerálie, ako je láskavec, sú bohatým zdrojom bielkovín, tukov, vitamínov, minerálnych látok, vlákniny, antioxidantov a polyfenolových zlúčenín. Pravidelná konzumácia má blahodarné účinky na ľudské zdravie. My sme sa venovali stanoveniu rutínu v stonkách, listoch, kvetoch a semenách láskavca. Najväčšia pozornosť bola venovaná listom, kvetom a semenám z hľadiska ich využitia pri výrobe potravinárskych výrobkov (kaše, müsli, múka ako súčasť chleba, príprava šalátov z čerstvých listov). Z hľadiska využitia listov mladých rastlín na prípravu šalátov je najvhodnejším obdobím zber v III. fáze, kedy listy produkovali najviac rutínu zo sledovaných anatomických častí rastliny láskavca. Obsah rutínu v listoch sa pohyboval od 13,145 mg.kg⁻¹

(Olpir) - do 34,425 mg.kg⁻¹ (Burgundy). Oveľa významnejším zdrojom rutínu sú však semená laskavca, ktoré sa môžu práve z tohto dôvodu využiť jako vynikajúci surovinu pre výrobu nového typu potravín – tzv. funkčných potravín. Odroda Burgundy bola najbohatším zdrojom rutínu v semenách (502,87 mg.kg⁻¹), ale taktiež aj v kvetoch (15,28 mg.kg⁻¹).

LITERATÚRA

Aufhammer, W., Kübler, E., Lee, J. H. (1999): Grain quality of the pseudocereals buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench), quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.x *A.hybridus* L.) in relation to growing conditions. Die Bodenkultur, 50: 11-24.

Berti, C., Riso, P., Brusamolino, A., & Porrini, M. (2005): Effect on appetite control of minor cereal and pseudocereal products. British Journal of Nutrition, 94: 850–858.

Bogolyubov, I. S. (1999): Reference book “Source of Health”. Tverj, p. 62 (2nd ed.) [cited by Svirskis, A. (2003). Investigation of amaranth cultivation and utilization in Lithuania. Agronomy Research, 1(2), 253–264].

Habánová M., Habán M. (2003): Možnosti využitia laskavca (*Amaranthus L.*) - funkčnej potraviny. Výživa a potraviny pre tretie tisícročie „Funkčné - potraviny“: Zborník z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou. ISBN 80 – 8069 – 174 -6.

Kalinová, D., Dadáková, E. 2004. Varietal differences of rutin in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) determined by micellar electrokinetic capillary chromatography . Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat, Prague 2004, 719-722

Martinková, J., Hnilička, F., Hnilíčková, H., Orsák, M. (2009): Determination of the content of rutin and total polyphenols in leaves of spinach and amaranth. Scientia Agriculturae Bohemica, 40 (1): 6-11.

Martirosyan, D. M., Kadoshnikov, S. I., Borsukov, P. A., Kadoshnikova, I. G., Agababyan, E. Y., Kamalyan, N. S., Mnatsakanyan, V. A. (2003): Pharmacological Properties of Amaranth. Legacy, 15:6-10.

Paško, P., Sajewicz, M., Gorinstein, S., & Zachwieja, Z. (2008): Analysis of the selected phenolic acids and flavonoids in *Amaranthus cruentus* and *Chenopodium quinoa* seeds and sprouts by HPLC method. Acta Chromatographica, 20(4): 661–672.

Pospíšil, A., Pospíšil, M., Varga, B., Svečnjak, Z. (2006): Grain yield and protein concentration of two amaranth species (*Amaranthus* spp.) as influenced by the nitrogen fertilization. In: *Europ. J. Agronomy*, 25: 250-253.

Shukla, S., Bhargava, A., Chatterjee, A., Srivastava, J., Singh, N., & Singh, S. P. (2006): Mineral profile and variability in vegetable amaranth (*Amaranthus tricolor*). Plant Foods for Human Nutrition, 61: 23–28.

Svirskis, A. (2003): Investigation of amaranth cultivation and utilization in Lithuania. Agronomy Research, 1(2), 253–264.